

調理加工後のアスパラガス食物繊維の アマランス毒性阻止効果について*

小 林 祐 子

藤女子短期大学 家政科 調理学研究室

知 地 英 征

藤女子大学 人間生活学部 食品機能学研究室

有 塚 勉

日本甜菜製糖株式会社 総合研究所

ABSTRACT

The protective effects of dietary fiber prepared from raw and cooked asparagus on amaranth-toxity in rats. YŪKO KOBAYASHI (Laboratory of Cookery, Department of Home Economics, Fuji Women's College, Ishikari-chō, Hokkaidō 061-32), HIDEYUKI CHIJI (Laboratory of Food Biochemistry, Department of Food Science and Human Nutrition, Faculty of Human Ecology, Fuji Women's College, Ishikari-chō, Hokkaidō 061-32) and TSUTOMU ARITUKA (Research Center, Nippon Beet Sugar Manufacturing, Obihiro, Hokkaidō 080).

The beneficial effects of dietary fiber (DF) on the growth of weanling rats fed toxic doses of amaranth (Food & C Red No. 2; Am) were investigated. The DF sources were prepared from raw, fried and boiled asparagus. DF in asparagus after cooking showed an alleviative effect similar to that in raw asparagus on the amaranth-toxity in rats. The concurrent feeding of DF irrespective of its source ameliorated the low food efficiency in rats fed the Am diet for 4 weeks. Also, the weight of tissues as physiological and nutritional parameters was measured at the end of the experiment. The hypertrophy of the stomach, the small intestine and the cecum in rats fed the Am diet was improved by feeding simultaneously DF and reached the weight of normal tissues in rats fed the basal diet without Am. The concurrent feeding of DF alleviated the atrophy of the liver in rats fed the Am diet.

緒 言

野菜中に含まれる食物繊維は、調理加工によって、その含有量に変化するものがあることは知られている。^{1,2,3)} また、筆者らは、含有量だけでなく、いくつかの食物繊維では、その物理的性質にも影響を及ぼ

すことを報告した。^{4,5)} このことは、齊藤ら⁶⁾も述べているように、食物繊維が持つ栄養生理効果にも影響を与えていると考えられる。

食物繊維には多くの栄養生理効果が知られているが、その中の一つに食餌性有害物質の毒性阻止効果があげられる。武田ら^{7,8)}は、ラットに食用色素であ

* 植物性食品の食物繊維に関する研究 第3報. Studies on dietary fiber of vegetables (Part III).

るアマランス（食用赤色2号）を大量投与した場合に生じる成長抑制が、食物繊維の同時投与によって回復することに着目し、いろいろな食物繊維の効果について調べている。

本研究では、調理加工後の食物繊維の栄養生理効果を研究する一環として、北海道の産物の一つでもあり、調理加工してから食用にするアスパラガスの食物繊維をとりあげ、アマランス過剰摂取による成長抑制の改善効果について、ラットを用いて実験したので、その結果について報告する。

実験方法

アスパラガスは市販品を用い、Fig. 1の通りに食物繊維を調製した。アスパラガス食物繊維の調理加工の影響を調べるために、生のアスパラガスおよび、「炊める」、「ゆでる」の加熱調理をしたアスパラガスから得た食物繊維を用いた。調理方法は通常家庭で行われている方法に準じた。

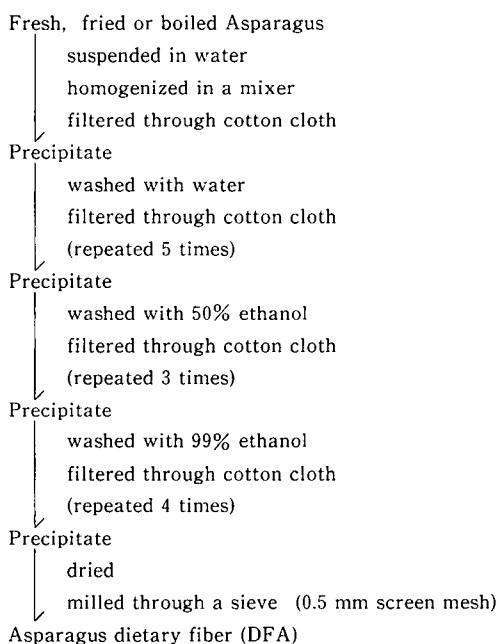


Fig. 1. Preparation of asparagus dietary fiber.

調製したアスパラガス食物繊維について、ラットに対するアマランス毒性阻止効果を調べた。ラットは、3週齢 Wistar 系雄ラットを 25% カゼイン基本飼料で 6 日間予備飼育した後、5 群に分け、試験飼料で 4 週間飼育し、体重、飼料摂取量を測定した。

飼育後解剖し、肝臓、脾臓、膵臓、腎臓、胃、小腸、盲腸、結腸と直腸の各臓器重量と、副睪丸と腎周囲の脂肪組織の重量を測定した。

基本飼料は Table 1 に示した通り、25% カゼインを基本として必要な栄養素を加えたものである。各試験飼料は、基本飼料にアマランスと食物繊維を加えて調製した (Table 2)。

Table 1. Composition of basal diet.

Constituent	Contents
	%
Casein	25.0
Corn oil ¹	5.0
Mineral mixture ²	4.0
Vitamin mixture ³	1.0
Choline chloride	0.2
Vitamin E granule ⁴	0.1
Sugar	to make 100.0

¹ Mixed with 0.2 ml of Chocola A which contained retinyl palmitate and ergocalciferol dispersed in water to provide 6000 IU and 600 IU, respectively, just prior to preparing the diet.

² See Ebihara et al.⁽¹¹⁾

³ See Harper's mixture.⁽¹²⁾

⁴ "Juvela granule," containing 200 mg of all-rac- α -tocopheryl acetate per gram purchased from Eisai Co., Ltd., Tōkyō.

Table 2. Composition of the experimental diets.

	Groups of diet				
	Cas	Am	Am+ DFA-R	Am+ DFA-F	Am+ DFA-B
	%	%	%	%	%
Basal diet ¹	100	95	90	90	90
Amaranth		5	5	5	5
DFA-R ²			5		
DFA-F ³				5	
DFA-B ⁴					5

¹ The basal diet contained 25% casein (Table 1).

² Asparagus dietary fiber prepared from raw asparagus.

³ Asparagus dietary fiber prepared from fried asparagus.

⁴ Asparagus dietary fiber prepared from boiled asparagus.

試験飼料中のアマランスは、5%とし、アスパラガス食物繊維は、ごぼう (3~5%)⁷⁾ およびビートファイバー (5%)⁹⁾ のアマランス毒性阻止効果の報告を参照して 5%とした。

結果と考察

4 週間の飼料摂取量と体重増加量および飼料効率（体重増加量／飼料摂取量）、飼料摂取量から非栄養素である食物繊維を除いた栄養素摂取量、栄養素効率（体重増加量／栄養素摂取量）を Table 3 に示した。飼料効率もアマランスだけを添加した群では 25% カゼイン基本飼料群よりも有意に低くなり、アマランスによって飼料中の栄養素の吸収が阻害されていることがわかる。これについて武田ら⁸⁾は、アマランスが栄養素とともに消化管内を通過する時、一過性の消化吸収不良をおこすためであると考えている。なお、アマランスとアスパラガスの DF を添加した群ではいずれも、飼料効率、栄養素効率ともに改善されたが、栄養素効率をみた場合、生のアスパラガス由来の DF を加えた群では回復の程度は低かった。

4 週間の体重の変化と体重増加を Fig. 2 に示した。4 週間の体重増加量をみると、25% カゼイン基

本飼料群は 147.6g であったのに対し、アマランスだけを添加した群では 98.7g と有意に低く、アマランスによる成長抑制が認められた。アマランスとアスパラガス DF を添加した群では、生あるいは、炊める、ゆでるなど調理したもののいずれを添加した群でも、アマランスだけの添加の群よりも有意に高く、25% カゼイン基本飼料群のレベルに改善した。

調理方法の違いによる差は、炊め、ゆで、生の順にアマランスの毒性阻止効果が強い傾向がみられるが、3 群間に有意差はなかった。このことからアスパラガス食物繊維の場合、調理加工しても十分効果があることが明らかになった。

解剖後の各臓器重量を、体重に対する割合として Table 4 に示した。有意差が認められたのは肝臓、胃、小腸、盲腸で、臓器重量%のうち肝臓は、アマランス添加飼料群で低く、消化器官である胃、小腸、盲腸の重量%は逆に高くなった。肝臓重量%では、食物繊維を添加した場合、ある程度回復した。胃では多少ばらつきがあるが、食物繊維添加によって回

Table 3. Effect of dietary fiber on food efficiency and nutrient efficiency in rats.

Groups of diet	Food intake	Body weight gain	Food efficiency	Nutrient intake	Nutrient efficiency
	g	g/4w		g	
Cas ¹	374.6±10.2 ^{a,2}	147.6± 4.65 ^a	0.394±0.00 ^a	374.6±10.2 ^a	0.394±0.00 ^b
Am	301.0±22.0 ^b	98.7±10.4 ^b	0.325±0.01 ^c	286.0±20.9 ^b	0.342±0.01 ^c
Am+DFA-R	382.6±15.7 ^a	139.1± 5.79 ^a	0.364±0.00 ^b	344.4±14.1 ^a	0.404±0.00 ^b
Am+DFA-F	382.0±11.0 ^a	149.6± 4.74 ^a	0.391±0.00 ^a	343.8± 9.85 ^a	0.435±0.00 ^a
Am+DFA-B	383.1± 8.51 ^a	142.8± 4.70 ^a	0.372±0.01 ^{ab}	344.8± 7.67 ^a	0.414±0.01 ^{ab}

¹ See table 2.

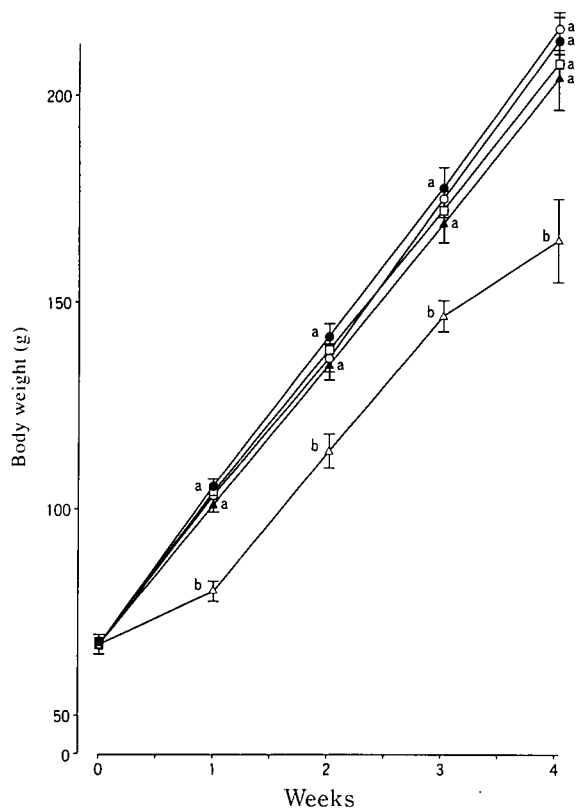
² Mean ± SEM (n=6) ; values not sharing a common superscript letter within a column are significantly different (p<0.01).

Table 4. Effect of dietary fiber on weight of several organs in rats (% of body weight).

Organs	Cas ¹	Am	Am+DFA-R	Am+DFA-F	Am+DFA-B
Liver	5.43±0.13 ^{a,2}	4.55±0.08 ^c	4.90±0.12 ^b	5.08±0.09 ^{ab}	4.93±0.10 ^b
Spleen	0.24±0.01	0.22±0.02	0.23±0.01	0.24±0.01	0.23±0.01
Pancreas	0.39±0.01	0.43±0.02	0.40±0.02	0.40±0.02	0.40±0.03
Kidney	0.79±0.02	0.84±0.02	0.80±0.01	0.80±0.01	0.79±0.02
Stomach	0.39±0.01 ^{ab}	0.44±0.01 ^a	0.42±0.03 ^{ab}	0.36±0.01 ^b	0.38±0.02 ^{ab}
Small intestine	1.81±0.02 ^b	2.08±0.05 ^a	1.75±0.05 ^{bc}	1.62±0.05 ^c	1.63±0.05 ^c
Cecum containing content	1.22±0.03 ^c	10.30±1.17 ^a	3.00±0.20 ^b	3.46±0.19 ^b	3.38±0.35 ^b
Cecum	0.19±0.01 ^b	1.26±0.32 ^a	0.29±0.02 ^b	0.33±0.01 ^b	0.31±0.01 ^b
Colon and Rectum	0.34±0.01	0.42±0.04	0.39±0.01	0.38±0.02	0.40±0.01

¹ See table 2.

² Mean ± SEM (n=6); values not sharing a common superscript letter within a column are significantly different (p<0.01).



復した。小腸でもやはり食物繊維添加によって回復し、炊めおよびゆでたアスパラガス由来の食物繊維を添加したものは、25% カゼイン基本群レベルよりも低い値になった。

盲腸は、最も顕著にアマランス毒性と食物繊維の添加効果が現れた臓器である。内容物を含んだ状態でみると、アマランス添加群では10.3%と、25% カゼイン基本飼料群の約8倍の値になった。このことから体重の約1割を盲腸が占めており、アマランスの毒性によって、盲腸が異常に肥大していることがわかる。食物繊維を添加した群では他の臓器同様、回復し、特に内容物を含まない盲腸そのものの重量%をみると25% カゼイン群のレベルにまで回復した。

Fig. 2. Effects of dietary fiber supplement on growth of rats fed asparagus dietary fiber diet containing amaranth.

Each point represents the average body weight of five rats. Values not sharing a common superscript letter within a figure are significantly different ($p < 0.01$).

● : Cas¹; △ : Am; ▲ : Am + DFA-R;
○ : Am + DFA-F; □ : Am + DFA-B.

¹See table 2.

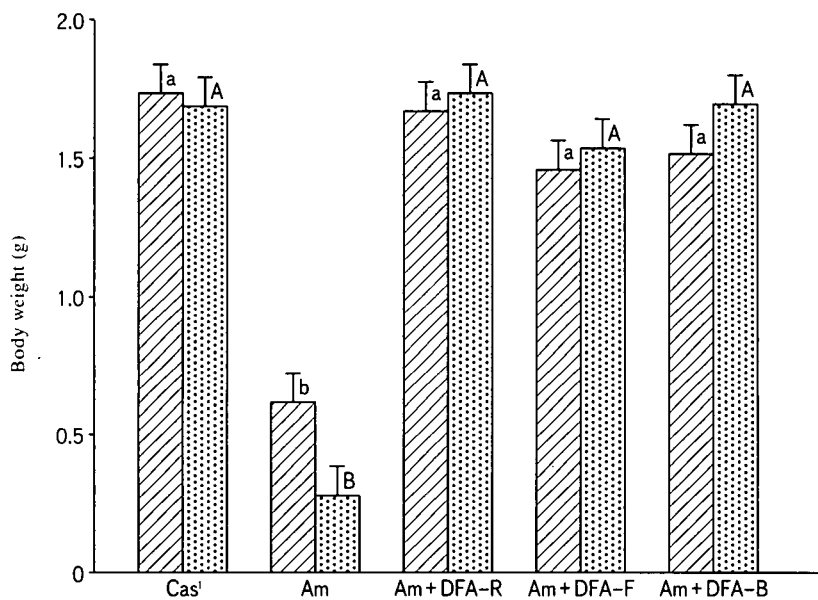


Fig. 3. Effects of asparagus dietary fiber on weights of fat pads (gram per 100g body weight) of rats fed a basal diet containing 5% amaranth.

Values of each bar with different superscript letters are significantly different within the same symbol by Duncan's multiple range test ($p < 0.01$). ▨ : Epididymal fat pads, ▤ : Perirenal fat pads.

¹See table 2.

要 約

アマランスの毒性は、体内に吸収された後に発現するのではなく、消化管内で生じる何らかの障害によるものと考えられており¹⁰⁾、消化管である胃、小腸、盲腸に直接影響し、肥大させたと推定される。

栄養状態の指標の一つとして脂肪組織の重量を測定し、体重に対する割合を Fig. 3 に示した。副睾丸脂肪組織ではアマランス添加飼料群は 25% カゼイン基本飼料群の約 1/3、腎周囲脂肪組織では約 1/6 と極端に低かった。飼料効率などからみても、アマランスによって栄養素の吸収が阻害されていることがわかり、栄養状態が低下し、脂肪の沈着が抑制されたことが示唆された。

以上の結果から、アマランス添加飼料に生および加熱調理したアスパラガスの食物繊維を 5% レベルで添加した時、アマランス過剰毒性による栄養障害を改善する阻止効果を示すことが確認された。

今回のアスパラガス食物繊維を 5% 添加した実験では、炒める、ゆでるなどの調理加工をしても、生と同様の効果を保っていた。斉藤ら⁹⁾の実験では、生と炒めたにんじんの食物繊維を添加した飼料ではラットのミネラル利用に違いがあられたことなどから、調理加工によって臓器重量以外の代謝機能が変化している可能性がある。今後、アスパラガスやいろいろな食品に含まれる食物繊維の調理加工後の栄養生理機能については、さらに検討が必要である。

1. 調理加工後のアスパラガス食物繊維の栄養生理作用をみるために、食用色素アマランスの大量投与による成長抑制の改善効果を調べた。
2. Wistar 系雄ラットを 5 種類の飼料で 4 週間飼育し、体重増加、飼料摂取量、臓器重量を調べた。飼料は、25% カゼイン基本飼料、基本飼料にアマランスを 5% 添加した飼料、アマランスを添加した飼料に生および炊めた、あるいはゆでたアスパラガスから調製した食物繊維を 5% 添加したものの 5 種類を用いた。
3. 4 週間後の体重増加は、アマランスだけを添加した群では、25% カゼイン基本飼料群に比べ、有意に低く、アマランスによる成長抑制が認められた。アマランスと食物繊維を添加した群では改善され、食物繊維添加の効果が現れた。
4. 臓器の重量%は、アマランス添加群で、胃、小腸、盲腸の消化器の肥大が認められ、肝臓の値は低くなった。いずれの臓器も、食物繊維を添加した群では回復する傾向がみられた。

なおこの研究の一部は、平成 4 年度藤女子大学・藤女子短期大学特別研究助成金によって行われたものである。

文 献

- 1) 吉田 琴・斉藤洋子：家政学雑誌, 36, 721-725 (1985).
- 2) 高橋リエ・小川晴子・佐藤英子・森 文平：栄養学雑誌, 47, 189-197 (1989).
- 3) Nyman, M. and Asp, N.G.: Lebensm. Wiss. Technol., 20, 29-36 (1987).
- 4) 後藤祐子・知地英征：藤女子大学・藤女子短期大学紀要, (28), II, 1-5 (1990).
- 5) 小林祐子・知地英征・近藤敬治：藤女子大学・藤女子短期大学紀要, (29), II, 5-12 (1991).
- 6) 斉藤洋子・佐藤咲子・大岩泰子：日本家政学会誌, 40, 1039-1044 (1989).
- 7) Takeda, H. and Kiriya, S.: J. Nutr., 109, 388-396 (1979).
- 8) 武田秀敏・桐山修八：日本農芸化学会誌, 65, 1083-1088 (1991).
- 9) 有塚 勉・田中勝三郎・桐山修八：日本農芸化学会誌, 63, 1213-1219 (1989).
- 10) 武田秀敏・桐山修八：「非栄養素と生体機能」, 吉田 昭・杉本悦郎 編, 24頁, 光生館, (1987).
- 11) Ebihara, K., Imamura, Y. and Kiriya, S.: J. Nutr., 109, 2106 (1979).
- 12) Harper, A. E.: J. Nutr., 68, 409 (1959).